

経営情報研究

第21巻第2号(2014年2月), 1-13ページ

研究論文

教育・学習モデルに基づいた事後学習のための教育支援手法

橋 本 は る 美・堀 井 千 夏

The Method of Educational Support for Ex-Post Learning based on an Educational Model

Harumi HASHIMOTO Chinatsu HORII

【要 約】大学教育の場において、教授者の教育手法や学習者の学習行動は教授者および学習者の独自性に委ねられる場合が多い。しかし効果的な教育には、欠かすことができない共通した教育・学習プロセスが必要であり、この流れに従って教育することが教育／学習の効果を向上させる鍵となる。そこで本研究では、実学に至るまでの関係性について教授者と学習者の立場から「教育前／学習前」、「実教育／実学習」、「教育後／学習後」の3つのプロセスに分類した教育・学習モデルを作成し、このモデルの「教育後／学習後」のプロセスに焦点を置いた事後学習のための教育支援手法を提案する。大学教育の場では、学習者の到達度に格差が生じていることが問題だとされ、本研究はこの格差解消のための糸口となり、授業改善や学習者の気づき、学習の見直しなどへの効果を期待することができる。

1. はじめに

1.1 大学教育を取り巻く環境変化

大学を取り巻く環境は社会の変貌に乗じて著しく変化している。これまで大学の学部教育が担ってきたものは、教養知識や専門分野の基礎知識であった。社会は大学教育に即戦力を求めず、組織や企業、団体などで必要とする知識や技術は独自の制度で教育してきた。しかし、社会システムとしての機能や構造を維持することが難しい現代では、独自の教育を実施するだけの余力に乏しく、即社会で活躍できる人材の輩出を大学教育に期待する傾向が強まっている。図1に文部科学省「学校教育に関する統計調査(学校基本調査)」による学部卒業者の職業別就職について上位3位を占める職業である「専門的・技術的職業従事者」、「事務従事者」、「販売従事者」の比率を年推移で示した[1]。社会現象や人気職業といった影響が多少はあるが、このグラフから専門知識や技術を特に必要としない職業従事者が大学卒業後の就職先として減少する傾向が読みとれる。大学教育は社会のニーズに合わせて専門的・技術的従事者として即戦力となる人材の育成を余儀なくされているのである。

この一方で、少子化が急激に進み、大学全入学時代を迎えるなか、入学生の確保が困難な大学事情から入試による入学者の学力水準を担保することが難しくなってきた。図2に高等教育機関への入学状況(現役)の推移を示した。大学学部の進学率は、2009年をピークとして微減しながらも5割が現役進学しており、短大を合わせると6割となる。大学経営の面から高等教育を受ける資格を低くせざるを得ないことが要因となって、従来、社会の中核となる人材に焦点を当て、専門的な内容に重点を置いた教育が可能であった大学教育は、リメディアル教育を導入し、大学レベルの教育を受けるための準備教育を行わなければ教育の質を保つことができない状態にある。さらに、知識基盤社会化やグローバル化を見据えて、国際競争社会で自己の能力を発揮するための知識・技能の習得や、これを活用して課題を解決するための思考力・判断力・表現力の基盤づくりとしての役割が大学教育に課せられ、大学が担う教育範囲は広がるばかりである[2]。

このような大学を取り巻く環境変化により、教育現場は基礎から高度な分野まで幅広い教育内容を学習レベルの異なる学習者に対して効果的に教育しなければならないといった課題を抱えることになった。この課題を解決するためには、従来の教育方法や教育支援手法を見直し、学習効果を効率的に向上させる新しい技術を活発に取り入れていく必要がある。本研究では、こうした大学の現状を踏まえて、教育と学習のプロセスに着目して情報技術を効果的に活用する教育支援について述べる。

1.2 教育現場における情報技術の活用

近年、大学が抱える教育課題は増加する一方である。こうした現状を改善するために情報技術を用いた多くの教育支援手法が提案されている。情報化社会の進展により大学内でインターネットの利用環境を提供することは当然となり、教育現場においてもパソコンやタブレット端末、スマートフォンをデバイスとして e-learning やデジタル映像、インターネットコンテンツなどの教材を使用することが可能となってきた[3, 4]。総務省の「平成23年通信利用動向調査」

教育・学習モデルに基づいた事後学習のための教育支援手法

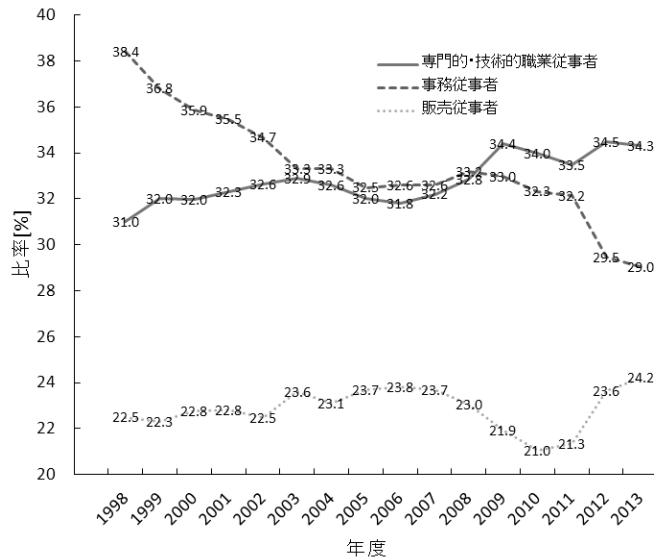


図1：卒業後の状況調査：大学の職業別就職者比
出所) 文部科学省「学校教育に関する統計調査（学校基本調査）」[1]

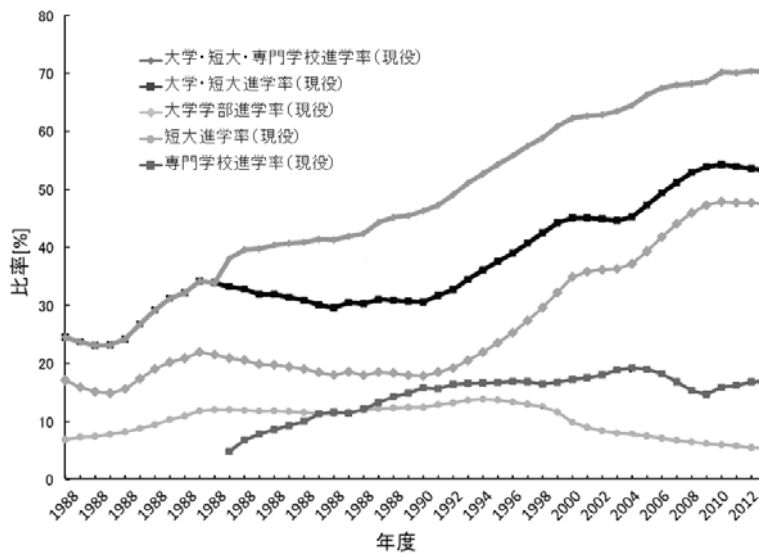


図2：高等教育機関への入学状況（現役）の推移
(注) 高等教育機関入学者とは、大学学部・短期大学本科入学者、
高等専門学校、専修学校の入学者を指すものとする
出所) 文部科学省「学校教育に関する統計調査（学校基本調査）」[1]

によると18歳のインターネット利用率は9割以上であり、大学で情報を活用した教育を受けることに対して違和感は生じない[5]。こうした背景から授業の準備や教示方法、授業データの整理など情報技術を活用した教育方法について活発に議論されてきた。たとえば、教育現場では学習者が受動的である傾向が強く、学習意欲の低下や知識が定着しないといった問題について、図3(左)に示すようなWeb教材を用いた学習者の理解を補助するシステムの構築や、図3(右)のようにe-learningシステムを利用した予習・復習の取り組みなどがある[6-8]。この他に、学習姿勢を強化するために学習の動機づけに注目して自己調整学習(自ら学習目標を設定し、計画の進展をモニターして結果を評価し、学習を進めるサイクル)のスキルを育成する教育手法の提案や、人間の認知情報処理モデルに従って聴覚・視覚チャンネルの同期を行う教材開発など、情報技術を教育に取り入れようとする研究は後を絶たない[9-11]。安価で簡易な情報提示デバイスの開発が盛んである点や、教育効果の確認・評価の容易さ、教材やシステムを作成する時間や労力の短縮などを考えると、今後もこうした傾向は強まるといえる。本研究ではこの流れに従い、教授者と学習者が実教育に至るプロセスに焦点を当て、一貫したモデルのなかで効果的に教育を行うことを目的とした教育支援手法を提案する。

2. 教育・学習モデルの概要

2.1 教育と学習のプロセス

教育の場では、教授者と学習者は互いに学習効果を向上させたいとする共通の目的を持っている。しかし、両者が同じ目的で同じ場に居るにも拘らず、その目的を達成するために両者が

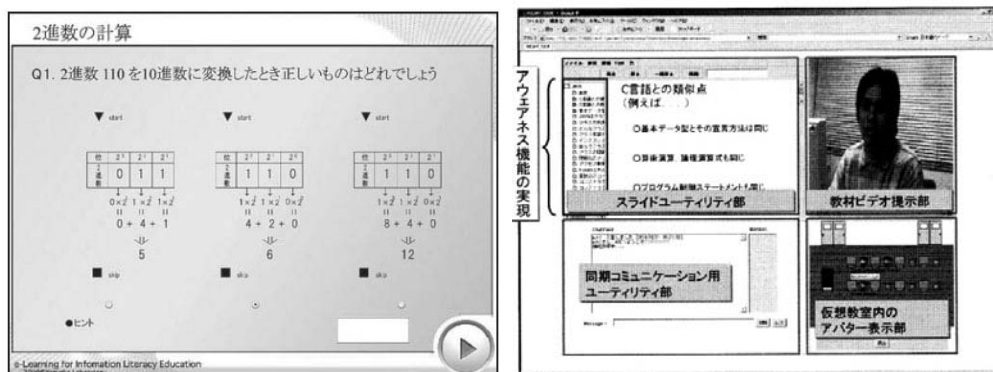


図3：(左) Web教材を用いた2進数を10進数に変換する問題例、

(右) 授業アーカイブ型e-learningシステムによる受講中画面例

出所) (左) 安岡広志、佐藤健、「動的Web形式による2進数演算教育教材の開発」、東京情報大学研究論集[6]、(右) 松浦健二、金西計英、三好康夫、矢野米雄、「授業アーカイブ型e-Learningシステムにおける簡易試験を用いた受講前・中・後の学習支援環境の試作」、日本教育工学会論文誌[7]

協力できる教育環境づくりは容易ではない。これは、教授者と学習者の教育／学習プロセスが異なっている点や、学習者が教育の中心的立場となるにも拘らず、その舵を取るのは教授者となることが要因だといえる。教授者と学習者の視点に違いが大きくなると、教育／学習の関係は成立しなくなる。本研究ではこの点について把握するために、教授者と学習者の関係性を明らかにし、実教育／実学習を中心とした３段階のプロセスに分類する。

まず、教授者における３段階プロセスでは、はじめに「教育前」で授業設計や授業計画といった実学習のための準備を行う。ここでは、受講人数や教室環境、学習者の予備知識などを受けて、授業の予測や授業レベルの設定を行い、教育効果を予測する。この教育前のプロセスを経て、次に「実教育」のステップに移る。実教育では、授業や演習、レポート課題などを学習者に対して実施することになる。最後に、「教育後」のプロセスで学習結果データを管理し、学習者の比較や、学習者の進捗、学習行動の把握、学習評価を行う。教育結果と予測が乖離する場合は、その原因を突き止めて解決策を検討する。この検討結果をフォローアップして学習者が継続して学習できるようにサポート、アドバイスしていく。この「教育前」、「実教育」、「教育後」のプロセスを教授者は繰り返す。

一方、学習者においては、まず事前学習でカリキュラムやシラバスを確認して教育目的を把握することで興味や関心を刺激し、学ぶことの動機付けや学習意欲を得る。こうした受講の準備を経た状態で、次のプロセスとなる実学習に至る。実学習では教授者の指示に従って学習者は受動的な学習行動を取り、この学習結果が学習後に用いる基本データとなる。具体的には、実学習の内容に基づいた事後教材で自己分析や自己評価を行い、実学習の内容確認を通じて「見直し」や「振り返り」、「反省」、「新たな発見・気付き」を得ながら実践的な応用力を養っていく。こうして得られた学習者の情報は、次の学習前プロセスで活用されることになり、この「学習前」、「実学習」、「学習後」のプロセスを繰り返すことになる。

2.2 教育・学習モデル

2.1節で述べたように教授者と学習者の教育／学習は立場の違いからそのプロセスは異なっているが、同じ目的を持って教育の場を共有することに着目して、実教育と実学習を同軸に置き、その前後の関係性から相互影響を明らかにすることを考える。図4に実教育と実学習を中心として各プロセスを統合した教育・学習モデルを示す。このように統合したモデルを用いて教授者と学習者の関係を得ることで、教授者と学習者の独立したプロセスにおいて互いに共有すべきポイントや教育データの流れを把握することができる。

本研究では、このモデルの相互関係から特に学習者が学習後に行うプロセスにおいて重要な情報が含まれると考え、学習後に行う事後学習に焦点を置く。本来、学習後に得られた到達度に関する情報は学習者が単独で用いるのではなく、教授者にとっても教育前の授業計画や授業改善に活用すべき情報である。この情報を活かさないで教育改善はあり得ない。しかし、教授者と学習者が実教育／実学習以外の場で到達度に関する情報を共有することは難しい。近年では能動的な学習として授業のなかで学生の声や反応を収集するシステムが提案されているが、授業で到達度を調査するために何度も例題を実施することは時間的な制約のなかで適切な対応

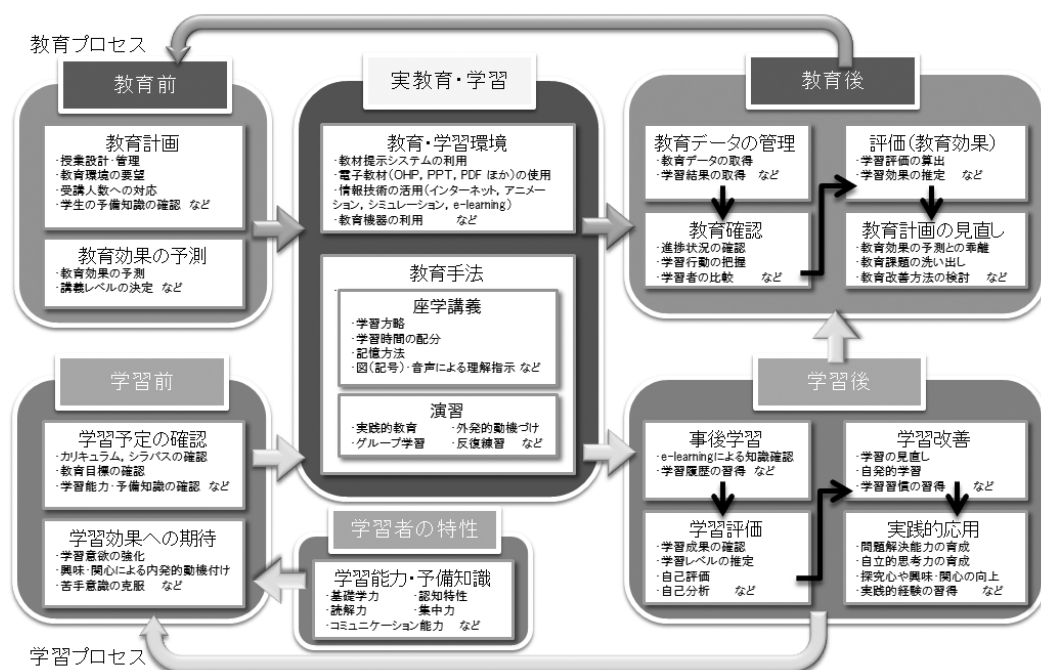


図4：教育・学習モデルにおける3段階プロセス（「教育前／学習前」、
「実教育／実学習」、「教育後／学習後」）の概要

とは言い難く、また、教材を別途作成する手間を考えると効率的ではない。さらに、大学が担う教育内容から考えて、学習者の到達度に応じて教育レベルを下げる訳にはいかないため、ばらつきのある到達度を実教育の場で確認するよりも、事後学習で未習熟な部分を補うように勧める事の方が重要だといえる。この点から本研究では、情報技術を用いて効率的に教授者と学習者の仲介役となるような教育支援を目指し、教育改善に向けた学習情報の収集および事後学習について述べる。

3. 事後学習に重点を置いた教育支援手法の提案

3.1 事後学習の重要性と現状

学習において事前・事後学習は、実学習の成果を確実にするために行われるプロセスである。事前学習ではあらかじめ授業で何を学ぶのかを理解し、その内容を受け入れる準備を行う。事後学習では実学習で得た知識を整理して自己の到達度や課題について確認することになり、次の事前学習をフォローアップする。この事後学習にどう取り組むかで授業内容の理解や定着を確実にすることができる。しかし、教授者が存在しない状態で学習者が主体となった事後学習では、学習方法によって十分な効果や教育情報の質を保つことができない。また、教育で得た知識や経験は一過性で終わらせるのではなく、実践的な応用分野へと発展させることが望まし

いが、教授者が学習レベルに応じて事後学習の教材を作成することは作業的に難しい。これまでに事後学習に情報技術を活用した手法として e-learning を活用して教員が作成したテストで教材の重要語句などを確認する場合や、録画した授業から板書内容を抽出してそのまま再学習の教材とする事例などがあるが、これらの事後学習は学習者の理解度や学習レベルに応じた措置や学習の気付き、動機づけへの配慮はなされていない[7, 12]。大学における教育環境が大きく変化しているなかで学習者の学力格差は深刻な問題であり、実学習の教育内容を一部の学習レベルに絞り込んだのでは、他のレベルの学習者の学習効果を損なうことになる。本研究では、こうした点に注目して実教育の内容を活用したうえで、学習者のレベルに応じた事後学習の教材を自動的に作成する手法を提案する。

3.2 事後学習のための教育支援手法

本研究では学習者の事後学習について情報技術を用いて支援する手法を提案する。ここでは、教授者による実教育の内容から自動的に学習教材を作成し、学習者の理解度に応じた教材の提示を目的とする。図5は、事後学習のための教育支援手法について処理の流れを表したものである。まず、事後教材の基本題材として教授者が実教育で行った授業内容を使用する。事後学習の教材を教員が作成しなくて済むように、あらかじめ授業内容はデジタル的に記録をしておくものとする。この記録データは音声と映像の両方を用いる。録音した音声データは音声認識ソフトを用いて文字変換し、これをテキストマイニングする。単語やフレーズに分解したテキストデータから出力頻度を算出し、重要度別に分類する。また、映像データには板書もしくは教材を撮像し、これを OCR 処理して音声データと同様にテキストマイニングを行う。この両者から最終的な頻出単語を算出する。ただし、音声と映像の重み付けは教育方法や特徴に応じて適宜変更することが望ましい。教授者は実教育のなかで学習者が特に学んで欲しいと考える重要な箇所については、強調して伝えるために話す速度を落として声を大きくする傾向が強い。この点に注目して音声データについては、声の大きさとして振幅の時間変化から重要度を把握する。具体的には、音声編集ソフトを使って波形を数値化し、振幅の大きく変化する声の箇所を教員が強く伝えたい内容だと解釈し、これを事後学習に用いる。ただし、教員が実教育のなかで強調した箇所の一言一句を事後学習として学ぶのではなく、この強調箇所のうち反復的に用いられた語句、つまり頻出用語について学習する。本研究では、この音声データと頻出単語を組み合わせ、e-learning 形式の事後学習教材を自動的に作成する。さらに、事後学習の学習履歴から重要語句についての理解度を評価し、学習者ごとの到達度を把握する。事後学習の内容に対する各々の学習状況を把握することで、他のインターネット教材やデータベースを活用して個人レベルに合った補足や発展学習へと展開する。ただし今回は、上記の事後学習のための教育支援手法のうち自動的に学習教材を作成する試作システムに限定して述べるものとする。このシステムの詳細については次章で述べる。

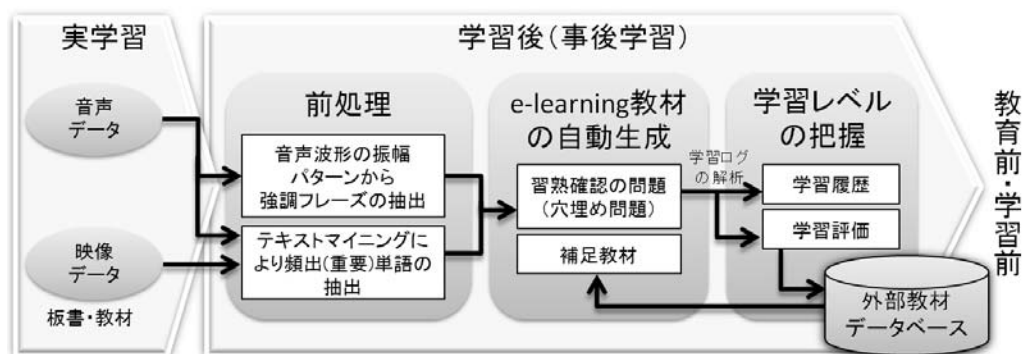


図5：事後教育支援手法における処理の流れ

4. 事後教育支援システム

4.1 事後教育システムの概要

3.2 節で提案した事後学習のための教育支援手法を実装したシステムを試作した。本システムの概要を図6に示す。提案手法では実学習のデジタルデータとして音声データと映像データを併用して最終的な重要単語を抽出するが、今回の試作システムでは処理を簡素化するために音声データのみを使用して重要単語の抽出を行う。

実際の授業を記録した音声データは一旦保存し、株式会社コードリウムの音声編集ソフト「SoundEngine v5[13]」を使用して音声波形を求める。この波形の振幅が大きくなる箇所が強調された箇所であると解釈して振幅の閾値を超える箇所を部分的に抽出して保存していく(図6①)。次に音声データをテキスト変換するために、株式会社アドバンスト・メディアの音声認識ソフト「AmiVoice SP version1.04[14]」を用いる。このとき音声データの取得にはマイクで集音した生データとICレコーダーで一旦録音した記録データのどちらを用いても構わない。このテキスト化された音声データを「日本語形態素解析システム茶筌(ChaSen) version 2.1 [15]」で品詞分解して固有名詞の頻出度を算出する(図6②)。最後に、図6①と図6②の結果を統合して到達度の確認テストを自動生成する(図6③)。この確認テストにはMoodle1.9で「Hot Potatoes(version6)[16]」を使用して作成し、事後学習として活用することで学習履歴の取得や学習行動の把握を行い、個人ごとに蓄積されたデータの分析・評価から教育改善に繋げる。

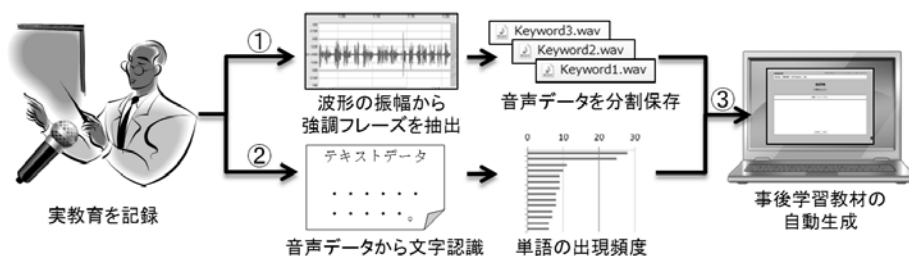


図6：事後教育システムの概要

4.2 実装結果

本節では、4.1 節で述べた事後教育支援システムの流れに従って実装した例を示す。一連の作業をシステム化するために、図7に示すような教育支援ツールを Microsoft Visual Studio2010 の Visual Basic を用いて作成した。このツールのメニューを選択・設定することで、教授者は作業の負担を感じることなく簡単に事後教育教材を作成することが可能となる。まず、録音登録」ボタンで録音した音声ファイル（WAV ファイル）を登録し、次に「音声分割」ボタンで登録済みの音声データから強調された分割音声を保存する。蓄積した分割音声データは必要に応じて確認することができる。続いて「文字変換」ボタンでは、音声認識を行い、文字変換と認識ミスに対する修正を行う。この次の「品詞に分割」ボタンで形態素解析ソフト茶筌を起動し、「頻出単語抽出」ボタンで出現単語の頻度をカウントする。分割音声ファイルのテキストデータと頻出単語を照合して「確認問題作成」ボタンにより確認問題を自動生成する。今回はシステムの処理結果の確認が容易である穴埋め問題を作成した。

このシステムを用いて『パソコンの中のプログラムやデータ1つ1つのことをファイルと言います。ファイルの名前には決まり事があり、必ずファイル名と拡張子を付けます。拡張子はファイルの種類を表すものです。たとえばファイル名が「時間割.docx」なら、拡張子 docx からワードのファイルを意味します。これらのファイルを入れる入れ物をフォルダと言います。』という文章をサンプルデータとした実装結果を示す。初めの2文については声をやや強調し、続く文章は普通の会話レベルで読み上げた。この結果から得た音声波形を図8に示す。今回、閾値については厳密に議論していないが、教授者の声質などを考慮して全体的な会話レベルから設定する。図9はこのサンプルデータに出現する単語の一覧を示したものである。図8と図9の結果から事後学習の教材を自動生成したものを図10に示す。教授者の強調箇所を活用し、サンプルデータの最頻出単語となる「ファイル」を空欄とした穴埋め問題を生成したことが確認できる。

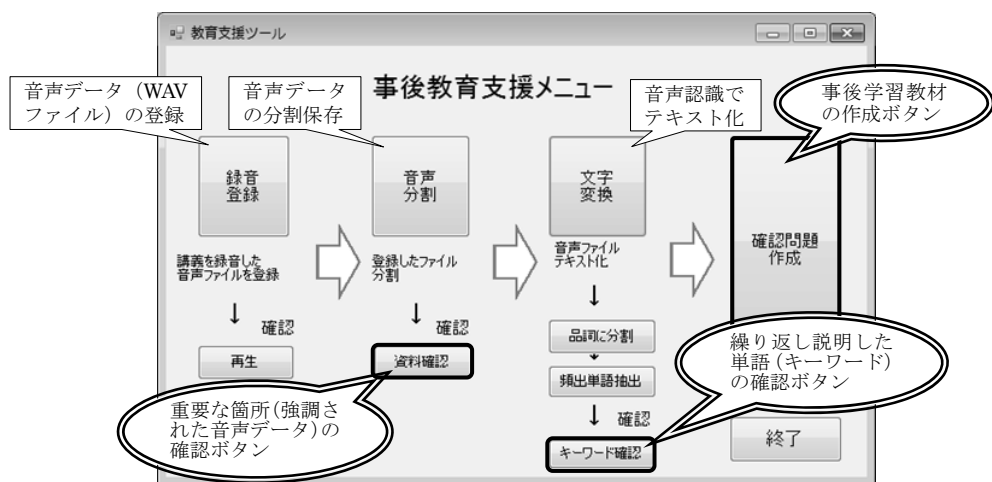


図7：事後教育支援メニュー

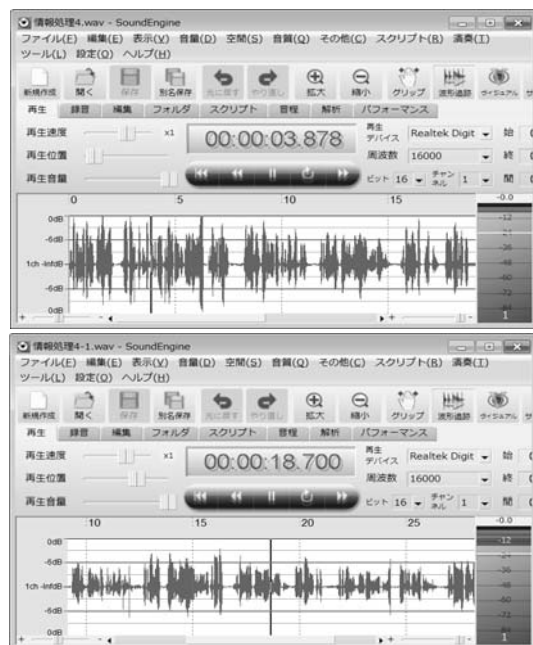


図8：サンプルデータを用いた音声波形の取得結果、(上) やや強調して読み上げた場合、(下) 会話レベルで読み上げた場合

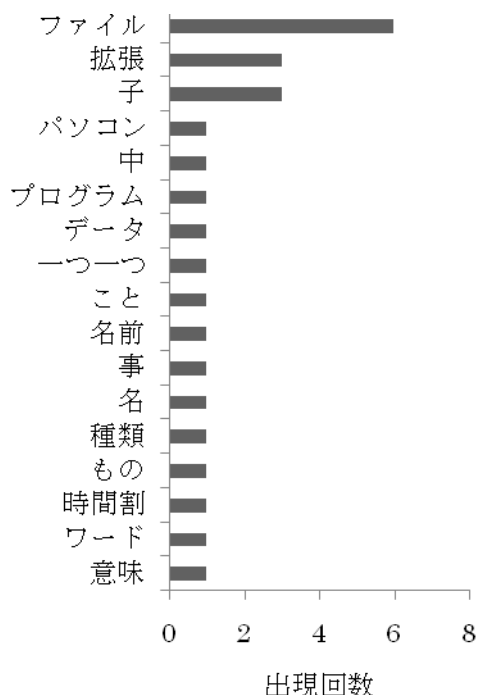


図9：サンプルデータの単語出現回数

情報処理

あなたは 学生 テストユーザ としてログインしています。(ログアウト)

Moodle ▶ 情報処理 ▶ Hot Potatoes ▶ 確認テスト

穴埋め問題

穴埋めもんだい

空欄に入力してください。

パソコンの中のプログラムやデータ1つ1つのことを と言います。

の名前には決まり事があり、必ず 名と拡張子を付けます。

Check

Hint

図10：事後学習の教材例

5. 考察

本研究の将来的な目的は、事後学習で学習者の到達度における格差を解消することにあるが、今回は、教授者による事後学習教材の作成支援に焦点を当て、実際の授業を記録した音声データを用いた事後学習のための教育支援システムを試作した。4章ではこの試作システムの実装結果例について述べた。今後はこの試作システムを拡張させ、図5に示した通りに学習履歴の取得や学習行動の把握、個人ごとに蓄積されたデータの分析評価を行い、学習者を被験者とした実験として学習者の到達度や動機付けなどについて検証する必要があると考えるが、今回はその前段階に当たる試作システムの評価として、実務を担当する教授者を被験者としたアンケート調査を実施した。

アンケートでは、授業中に口頭で説明する機会が多いと考えられる文系の大学教員10名（摂南大学 経営学部4名、外国語学部4名、補助教員2名）に対して本システムの目的と特色、教授者の作業内容について説明したうえで、以下の問1～6までに回答してもらった。アンケート調査の結果を図11に示す。

〔問1〕学生が事後学習を行うことは、学習効果を上げるために必要だと思いますか。

〔問2〕授業の音声データを事後学習の教材として活用したいと考えますか。

〔問3〕授業で強調した箇所や、繰り返し説明した用語を事後学習教材のコンテンツとして用いることは、学習効果を上げるために有効だと思いますか。

〔問4〕この支援システムを使用することは、授業に対する学生の理解度の違いを解消するための有効な手段の1つだと思いますか。

〔問5〕この支援システムを使用することは、事後学習教材の作成において教師の作業を軽減できると思いますか。

〔問6〕この支援システムの操作メニューは、教師の作業として使用しやすいものですか。

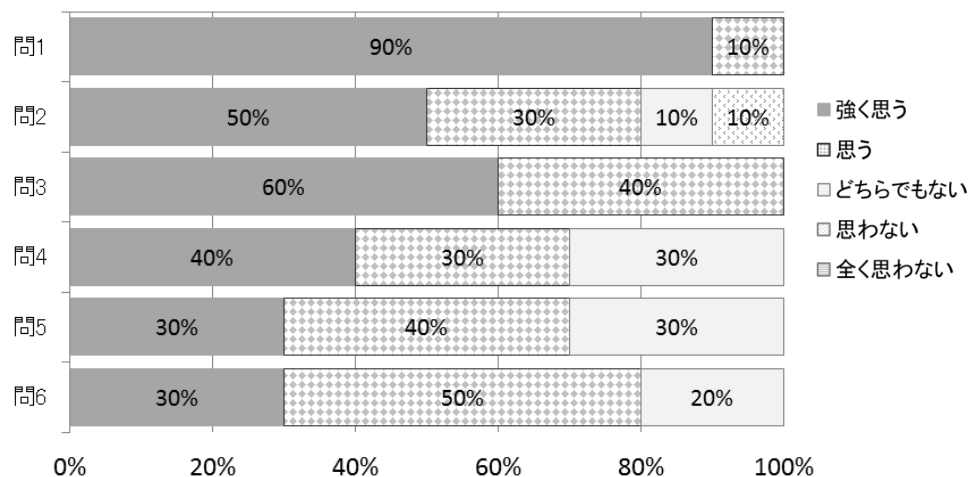


図11：アンケートの結果

問1の結果より教授者は学習効果を向上させるために学習者に対して事後学習を課すことが必要だと強く感じ、問2および問3の結果から事後学習の教材には授業データを活用したいと考えていることが分かる。特に問3の本研究の特色についての質問では、全員が授業で強調した箇所や繰り返し説明した用語を事後学習教材のコンテンツとして使用したいと述べており、提案した事後学習教材の作成手法は教授者の視点において有効であることが確認できる。問4の結果では、試作システムについて70%の教授者が学習者の理解度の違いを縮める手段の1つだと回答しているが、残りの30%はどちらでもないと回答している。この点は先に述べた通り、今回の試作システムが学習履歴の取得や学習行動の把握、個人ごとに蓄積されたデータの分析評価についての実処理を含んでいないため、理解度の格差解消について確認には至らなかったためだと考える。また、問5では、試作システムにおける教授者の作業軽減について、問6では操作メニューのユーザビリティについて質問した。この結果、70~80%の教授者には作業の効率化や使いやすさについて満足してもらえたが、20~30%については、どちらともいえないという回答であった。これは、今回、被験者対象とした教授者を文系としたため、PC操作に不得手な場合があったことが要因だと考える。教授者の特性に応じて、メニューの内容を基本操作やカスタマイズ操作などに分けるなどして対応すべきである。この他に、自由コメントとして教授者が授業内容を確認するうえで有効な手法だとする意見が得られた。

今回のアンケート調査で用いた試作システムでは、教授者の音声データに限定して事後学習教材の作成処理を実装したが、今後は、実教育のログ情報として板書や参照した教材資料、PowerPointなどの画像や映像データを併用することで重要単語の精度をさらに向上させたいと考えている。また、学習履歴などの処理について拡張させ、より実用性の高い事後教育支援システムの構築を目指したい。

6. まとめ

大学教育が抱える問題の1つに学習者の到達度に格差が生じていることが挙げられる。これは大学を取り巻く環境が近年で大きく変化して大学教育が担う役割が増大していることが要因である。本研究ではこうした背景に基づいて、個人の学習レベルに応じて学習効果を向上させることを視野に入れた教育支援手法を目指した。まず、教授者と学習者の各々の立場から教育・学習プロセスを考え、これを統合した教育・学習モデルを作成した。この関係性から到達度の格差は事後学習で解消すべきであり、授業改善に重要な教育情報が事後学習に含まれていることを確認した。さらに本研究では、情報技術を活用して事後学習を効率的かつ効果的に行う教育支援として授業データをデジタル化して教授者の強調箇所を抽出し、これを事後学習教材として自動作成する手法を提案した。今回は、試作システムとして音声データを中心にe-learning形式による穴埋め問題を自動作成したが、今後はこの結果から学習者の学習レベルの推定し、インターネットやデジタル教材などを活用した補足教材の自動作成を目指していく。実学習から得た知識だけでなく、実践的な応用分野や新たな学習者の気付き、動機づけの発展が期待される。

参考文献

- [1] 文部科学省「学校教育に関する統計調査（学校基本調査）」、
[http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/main_b8.htm].
- [2] 橋口隆二、「論壇 大学を取り巻く環境の変化と課題」、明治大学広報第 644 号、2012-06-01.
- [3] 篠原駿、上原雅貴、田村恭久、「iBooks によるデジタル教科書の機能と利用可能性」、教育システム情報学会研究報告、26(6)、133-136、2012-03-01.
- [4] 富士通マーケティング、双方向コミュニケーション 授業支援システム PInT（ピント）、
[http://www.fjm.fujitsu.com/solution/product_service/pint/].
- [5] 総務省、「情報通信白書平成 24 年版」、
[<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc243120.html>].
- [6] 安岡広志、佐藤健、「動的 Web 形式による 2 進数演算教育教材の開発」、東京情報大学研究論集、Vol. 16 No. 1、109-117、2012.
- [7] 松浦健二、金西計英、三好康夫、矢野米雄、「授業アーカイブ型 e-Learning システムにおける簡易試験を用いた受講前・中・後の学習支援環境の試作」、日本教育工学会論文誌、29(3)、252-259、2005.
- [8] 磯本征雄、長谷川信、「教科書通読支援のための小テストの自動生成～教科書に基づく穴埋め問題の自動生成規則～」、電子情報通信学会技術研究報告、教育工学 109(335)、31-36、2009-12-04.
- [9] 瀬田和久、青木祐樹、岡本真彦、「メタ認知研究の展開：メタ認知の教育的意義とその教法」、電子情報通信学会技術研究報告、教育工学 111(39)、59-64、2011-05-07.
- [10] 安藤雅洋、植野真臣、「デュアル・チャンネル・モデルに基づく e ラーニング・マルチメディア教材におけるポイント提示の効果分析」、日本教育工学会論文誌 32(1)、43-56、2008-06-20.
- [11] 小田万莉、池井寧、「デジタル教科書のための学習支援環境に関する研究」、日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(CD-ROM)、11E(2)、2012-09-12.
- [12] 板宮朋基、田川京太郎、千代倉弘明、「板書と講師映像を講義資料と一体化できる講義録画システムの開発」、日本教育工学会論文誌 34(3)、201-210、2010-12-01.
- [13] 株式会社 Coderium、「SoundEngine ver. 5.10」、
[<http://soundengine.jp/software/soundengine/>].
- [14] 株式会社アドバンスト・メディア、「AmiVoice SP version1.04」、
[<http://sp.advanced-media.co.jp/>].
- [15] 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科自然言語処理学講座(松本研究室)、「日本語形態素解析システム 茶筌(ChaSen) version 2.1 for Windows」、
[<http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>].
- [16] Hot Potatoes(version6)、
[<http://web.uvic.ca/hrd/halfbaked/index.php>].